PROPOSITION DE STAGE A L'INSA DE TOULOUSE

SUJET : TRANSFORMATION DES EAUX USEES EN RESSOURCE : Analyse des propriétés gélifiantes de biopolymères par couplage de tests rhéologiques et de mesures spectroscopiques.

CONTEXTE

Dans une perspective de transition vers une économie plus circulaire et ancrée dans la bioéconomie, les eaux usées et les déchets ne sont plus uniquement considéré comme des rejets, mais aussi comme des ressources. La station d'épuration tend ainsi à devenir une StaRRE : station de récupération des ressources de l'eau. Parmi les procédés innovants développés récemment, le procédé de granulation aérobie retient une attention particulière. Il repose sur l'utilisation de granules microbiens denses plutôt que de simples flocs, ce qui améliore nettement les performances de décantation permettant ainsi de réduire notamment la taille et la consommation énergétique des installations.

Ces granules présentent une caractéristique particulièrement intéressante : ils renferment une forte proportion de biopolymères, produits par certaines bactéries, avec des propriétés gélifiantes et de super-absorbants d'eau. De tels matériaux offrent des perspectives variées, allant de l'agriculture (protection contre la dessiccation) à l'ingénierie des matériaux (additifs pour bétons ou ciments, agents ignifuges). Concernant les propriétés gélifiantes, l'enjeu est d'être capable de produire, de manière contrôlée, des biopolymères présentant ces propriétés ciblées. Cela suppose d'orienter le procédé vers des signatures chimiques cibles qui gouvernent la gélification en agissant sur les paramètres opératoires et la sélection microbienne. **Il apparaît ainsi essentiel de mieux comprendre les relations entre la composition (bio)chimique des biopolymères, notamment la nature des groupements fonctionnels, et leurs propriétés gélifiantes. L'objectif est d'identifier les caractéristiques structurales et chimiques associées aux propriétés recherchées, afin de pouvoir ensuite orienter les conditions de production des biopolymères. L'étape d'extraction constitue également un point critique, susceptible de modifier la nature, la composition et, par conséquent, les propriétés des polymères récupérés. Il apparaît donc nécessaire de mieux caractériser l'influence des conditions d'extraction sur les propriétés des biopolymères obtenus.**

C'est dans ce contexte que l'INSA Toulouse, via son laboratoire Toulouse Biotechnology Institute et plus particulièrement l'équipe SYMBIOSE, propose un stage de niveau Master 2.

OBJECTIF DU STAGE

L'objectif du stage est donc de caractériser les biopolymères produits dans des procédés de granulation aérobie, en mettant en relation leurs propriétés gélifiantes et leur empreinte chimique. L'approche combinera ainsi des essais fonctionnels de gélification et une analyse spectroscopique (FTIR) permettant d'obtenir les empreintes chimiques, dans le but d'identifier les groupes chimiques clés impliqués dans les mécanismes de réticulation et de formation de gels, mais aussi ceux dont la présence peut, à l'inverse, réduire les capacités gélifiantes.

L'étude cherchera donc à établir des corrélations entre les propriétés fonctionnelles de ces polymères (tests rhéologiques et de gélification) et leur composition (bio)chimique (empreinte chimique obtenue par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier --FTIR/ATR) pour différentes méthodes d'extraction.
Différentes méthodes et séquences d'extraction seront appliquées à une même boue granulaire afin d'évaluer leur influence sur la nature et les propriétés des polymères extraits. Les polymères extraits seront caractérisés par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) et soumis à des tests de gélification. Les données obtenues seront ensuite analysées à l'aide d'approches chimiométriques (ACP, PLS, etc.) afin d'identifier les relations entre les caractéristiques chimiques des polymères, leurs propriétés gélifiantes et les conditions d'extraction.

Ces éléments permettront, à terme, de mieux orienter les conditions de production vers des biopolymères présentant un fort potentiel de gélification.

Les étapes du stage :

- Bibliographie: (i) les biopolymères extracellulaires et leurs propriétés gélifiantes, (ii) les méthodes d'extraction des s-EPS, (iii) la méthode de gélification développé au laboratoire (iv) la méthode de caractérisation spectroscopique par FTIR, (v) chimiométrie.

- Extraction de polymères par différentes méthodes,
- Tests rhéologiques et de gélification pour évaluer leurs propriétés fonctionnelles,
- Mesure par spectroscopie FTIR appliquée à des échantillons de biopolymères issus de granules,
- Etude de l'influence de la nature de l'extraction sur les propriétés de gélification et l'empreinte chimique,
- Mise en relation des données chimiques et fonctionnelles afin d'identifier des corrélations,
- Interprétation des résultats et valorisation sous forme de rapports et présentations.

PROFIL DU CANDIDAT RECHERCHE

- Ingénieur en génie biochimique, génie des procédés ou des bioprocédés ou niveau Master 2, bac +5.
- Intérêt pour les techniques analytiques de caractérisation des biopolymères.
- Goût fort pour le travail expérimental et pour l'analyse de données.
- Intérêt et aptitude pour le travail d'équipe et une facilité de rédaction.
- Rigueur et précision dans le travail analytique et l'analyse de données.
- Une motivation pour les enjeux environnementaux.

CONDITIONS

Indemnité de stage (environ 600 €/mois)
Durée : février à Juillet 2027
Localisation : Equipe Symbiose du pôle Génie Microbien et Bioprocédés, Laboratoire TBI, INSA, 135 Avenue de Rangueil, 31077 Toulouse Cedex 04
www.toulouse-biotechnology-institute.com
https://www.toulouse-biotechnology-institute.fr/poles/equipe-symbiose/

CONTACTS

Etienne PAUL **etienne.paul@insa-toulouse.fr** ; https://orcid.org/0000-0002-1595-2536
Yolaine BESSIERE **yolaine.bessiere@insa-toulouse.fr** ; https://orcid.org/0000-0002-2664-8679
Yoan PECHAUD **yoan.pechaud@insa-toulouse.fr**; https://orcid.org/0000-0003-3715-5324

REFERENCE EN LIEN AVEC LE SUJET

Bou Sarkis et al. 2024. https://doi.org/10.1016/j.jece.2024.113648